

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication : **2 833 278**
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

②1 N° d'enregistrement national : **01 16062**

⑤1 Int Cl⁷ : E 01 F 8/00 // E 04 F 13/08

①2

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 12.12.01.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 13.06.03 Bulletin 03/24.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : *SOCAREL Société anonyme* — FR.

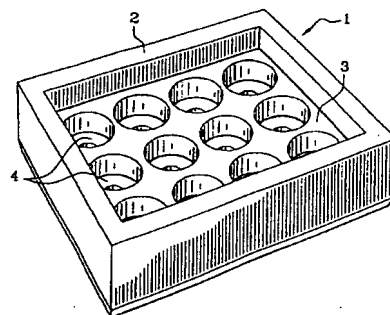
⑦2 Inventeur(s) : ALPHAND JACQUES.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : CABINET LAURENT ET CHARRAS.

⑤4 **PANNEAU MODULAIRE ABSORBANT ET ECRAN ANTI-BRUIT INTEGRANT DE TELS PANNEAUX.**

⑤7 Ce panneau modulaire absorbant (1) pour la réalisation d'écran anti-bruit réalisé par moulage ou pressage de béton, au sein duquel sont incorporées des particules de bois traitées, intègre une pluralité de cavités, ouvertes en direction de la face opposée à la source sonore, et faisant fonction de résonateurs de Helmotz (5, 7).



FR 2 833 278 - A1



**PANNEAU MODULAIRE ABSORBANT ET ÉCRAN ANTI-BRUIT INTEGRANT DE TELS
PANNEAUX**

L'invention concerne tout d'abord un panneau modulaire, destiné à absorber les vibrations sonores, selon une gamme de fréquences déterminée, en étant intégré par exemple au sein d'un écran anti-bruit, mais également au sein de revêtements de façade d'immeuble.

Elle concerne également les écrans anti-bruit et les revêtements desdites façades intégrant ces panneaux.

Depuis longtemps déjà, on cherche à lutter contre les nuisances sonores, et notamment celles générées par les trafics routiers, ferroviaires, les travaux publics etc., et notamment à lutter contre les vibrations sonores dont les fréquences sont relativement basses, générées par ce type de trafic.

Traditionnellement, il est fait appel à des structures interposées entre la source sonore et le site que l'on souhaite protéger, ces structures étant susceptibles d'absorber des vibrations génératrices du bruit, notamment par piégeage au sein des cavités intrinsèques. L'application la plus répandue concerne la protection des habitations disposées à proximité des voies de communication. Si certes, l'invention sera plus particulièrement décrite en relation avec cette application, il est évident qu'elle ne saurait se limiter à celle-ci, et qu'elle peut être utilisée dans d'autres domaines, tels que par exemple pour isoler des machines, installations, également génératrices de bruit, ou être mise en place au niveau de voies de communication si celles-ci sont partiellement obturées ou enterrées.

Ces structures se présentent généralement sous la forme d'écran, constitué d'une pluralité de panneaux juxtaposés, comportant sur la face exposée à la source de bruit un revêtement absorbant et ayant pour fonction l'absorption des énergies sonores émises et l'atténuation de la transmission par réflexion ou réverbération.

Parmi les différents matériaux absorbants connus utilisés à ce jour, le béton de bois, c'est à dire le matériau obtenu par le mélange de copeaux et de particules de bois traitées, notamment par silicification avec du ciment et de l'eau, donne de bons résultats.

Pour autant, les différentes analyses et études effectuées montrent qu'à ce jour, les panneaux réalisés en ce matériau ne sont pas très efficaces pour l'absorption des nuisances sonores en basses fréquences, c'est à dire celles générées par la circulation automobile ou trafic ferroviaire notamment.

5

On a proposé, afin de surmonter ces inconvénients, par exemple dans le document FR-A-2 765 907, d'adjoindre à de tels panneaux une couche de matériau fibreux absorbant, ménagée au niveau de la face opposée à la face du panneau dirigé vers la source sonore, et à adjoindre au matériau constitutif desdits panneaux, un matériau
10 minéral poreux, tel que par exemple des pouzzolanes naturelles, du laitier bouleté, de l'argile, la lave expansée ou du mâchefer.

Les pouzzolanes sont de manière connue des roches volcaniques poreuses, de composition trachytique. Le laitier est un sous-produit de la fonderie, utilisé dans le
15 cadre de l'invention sous forme de boulet. Le mâchefer est de manière connue un sous-produit de la combustion du charbon.

L'intégration de tels composants au béton de bois aboutit à l'augmentation de la résistance mécanique des panneaux ainsi obtenus, mais optimise également la qualité
20 d'absorption des sons par les panneaux en résultant.

Si certes, on a pu noter une amélioration notable des capacités d'absorption des vibrations acoustiques, notamment au niveau des basses fréquences, les panneaux ainsi obtenus présentent néanmoins quelques déficiences au niveau de l'absorption à ce
25 niveau de fréquences.

L'objet de la présente invention est d'optimiser encore la capacité de tels panneaux à absorber les vibrations d'origine acoustique, notamment au niveau de ces basses fréquences.

30

Selon l'invention, ce panneau modulaire absorbant pour la réalisation d'écran anti-bruit est réalisé par moulage ou pressage de béton, au sein duquel sont incorporées des particules de bois traitées, intègre une pluralité de cavités, ouvertes en direction de la face opposée à la source sonore, et faisant fonction de résonateurs de Helmholtz.

35

Les résultats des analyses et études réalisées avec des panneaux conformes à l'invention, montrent, ainsi qu'il sera décrit ultérieurement, une optimisation très sensible des capacités d'absorption des vibrations sonores au niveau des basses fréquences, en tout cas largement au dessus de celles observées avec les panneaux disponibles à ce jour.

Selon l'invention, ces résonateurs de Helmotz sont constitués par l'association d'un col, non débouchant au niveau de la face des panneaux dirigée vers la source sonore, se prolongeant au niveau de son autre extrémité par une cavité de diamètre plus important, débouchant, quant à elle, sur la face du panneau opposée à la source sonore.

Avantageusement, la surface couverte par lesdites cavités constitutives des résonateurs de Helmotz représente au moins 25 % de la surface effective du panneau.

Selon une autre caractéristique avantageuse de l'invention, et afin d'optimiser l'efficacité d'absorption, la face du panneau opposée à la face destinée à être dirigée vers la source sonore, reçoit une couche d'un matériau fibreux absorbant, choisi dans le groupe comprenant la laine de roche, la laine de verre, les mousses ouvertes, telles que notamment le polyuréthane, et les fibres de bois agglomérées avec du ciment et compactées et séchées, tels que par exemple commercialisée sous la marque déposée FIBRACOUSTIC ® (par FIBRALITH).

En outre et avantageusement, le matériau constitutif du panneau modulaire conforme à l'invention, intègre également un matériau minéral poreux, tel que par exemple les pouzzolanes naturelles, le laitier bouleté, l'argile, la lave expansée, le mâchefer.

L'invention concerne également un écran anti-bruit, intégrant de tels panneaux. Celui-ci est constitué d'une structure porteuse et d'une couche absorbante, positionnée au regard de la source sonore, ladite couche absorbante étant constituée des panneaux absorbants du type précité.

Selon une variante de l'invention, la couche absorbante est constituée par l'alternance de panneaux absorbants du type précité, et de panneaux absorbants exempts de tout résonateur de Helmotz. Ce faisant, on couvre une large gamme de fréquences des vibrations sonores, permettant ainsi d'optimiser le caractère anti-bruit de l'écran en résultant, pour une grande variété de sources sonores.

La manière dont l'invention peut être réalisée et les avantages qui en découlent ressortiront mieux de l'exemple de réalisation qui suit, donné à titre indicatif et non limitatif à l'appui des figures annexées.

- 5 La figure 1 est une représentation schématique en perspective d'un panneau modulaire conforme à l'invention, et plus particulièrement de la face dudit panneau destiné à être dirigée à l'opposé de la source sonore.
- La figure 2 est une représentation schématique en section longitudinale d'un tel panneau.
- 10 La figure 3 est une représentation schématique en plan dudit panneau.
- La figure 4 est une représentation schématique d'un écran anti-bruit réalisé au moyen de panneaux conformes à l'invention, dont la figure 5 est une représentation schématique en section.
- La figure 6 est une représentation schématique d'un mode de fixation des panneaux
- 15 pour la réalisation d'un écran anti-bruit conforme à l'invention.
- La figure 7 est un graphique représentant la variation relative du coefficient d'atténuation α_L en fonction de la fréquence pour des panneaux mis en place conformément à l'invention.
- 20 La description qui suit concerne tout particulièrement des panneaux destinés à être mis en place au niveau d'écrans anti-bruit, placés le long de voies de communication routières ou ferroviaires. Bien entendu, il convient de rappeler que cette application n'est nullement limitative.
- 25 Ces écrans anti-bruit peuvent être soit mis en place au niveau d'une structure porteuse, intercalées entre la source sonore et la zone à protéger du bruit, notamment des habitations, soit être mis en place directement au niveau de la façade des habitations concernées.
- 30 Une telle structure porteuse est typiquement réalisée en béton armé, sur laquelle viennent se fixer les panneaux anti-bruit conformément à l'invention.

Ces écrans anti-bruit sont donc constitués de panneaux modulaires assemblées les uns à côté des autres. Ces panneaux (1) sont réalisés par moulage ou pressage de béton au

35 sein duquel sont incorporées des particules de bois traitées. Ces particules peuvent être constituées de copeaux de bois ou de sciure de bois, ayant subi un traitement d'imputrescibilité, consistant de manière connue à traiter thermiquement les morceaux

de bois par échauffement jusqu'à des températures comprises entre 400 et 800 °C, puis à faire subir à ces morceaux de bois une double action chimique, à savoir par un sel de calcium soluble, puis par un silicate soluble, afin de stabiliser les fibres de bois et de créer des micro-cavités permettant l'obtention d'agrégats inertes.

5

Ce béton de bois a, par exemple, été décrit dans le document FR-A-2 499 551.

Avantageusement les copeaux de bois constitutifs du béton de bois sont mélangés à des pouzzolanes naturelles, notamment à des trachy-andésites broyées, ainsi que du
10 ciment, les proportions respectives de pouzzolanes, de bois et de ciment étant sensiblement égales en poids. Le dosage en eau de ce mélange est adapté à la technique de fabrication.

Les pouzzolanes peuvent être remplacées par du laitier bouleté, de l'argile, de la lave
15 expansée ou du mâchefer.

Ces panneaux ont été plus particulièrement décrits en relation avec les figures 1, 2 et 3. Ils sont de forme générale carrée et présentent deux faces principales, respectivement une face (6), destinée à être dirigée en direction de la source sonore dont on souhaite se
20 protéger, et une face (3) destinée à être dirigée contre la structure porteuse de l'écran anti-bruit ou directement contre la façade de l'habitation à protéger du bruit.

Ils reposent contre la structure porteuse ou contre la façade par l'intermédiaire d'une moulure périphérique (2) issue de moulage, ménageant ainsi un volume (8) susceptible
25 de recevoir, ainsi que décrit ci-après une couche en un matériau fibreux absorbant.

Selon une caractéristique de l'invention, les panneaux intègrent des résonateurs de Helmholtz (4) obtenus lors de l'étape de moulage ou du pressage du panneau.

30 Ces résonateurs de Helmholtz sont constitués tout d'abord d'un col (5), dont l'une des extrémités est noyée dans la masse en direction de la face (6) dirigée vers la source sonore, et dont l'autre extrémité débouche au niveau d'une cavité (7), de diamètre plus important que le col (5), ladite cavité (7) débouchant à son tour au niveau de la face (3) dudit panneau dirigée à l'opposé de la source sonore, c'est à dire contre la structure
35 porteuse de l'écran anti-bruit ou contre la surface de l'habitation à protéger. En outre, cette cavité (7) s'évase légèrement entre sa jonction avec le col (5) et la face (3) du panneau.

Les résonateurs de Helmotz fonctionnent selon un principe bien connu, qu'il n'y a pas lieu de décrire ici en détail.

Il est simplement précisé que l'on met en œuvre leurs propriétés physiques, en vue
5 d'aboutir à une absorption des vibrations, leur efficacité dépendant respectivement du diamètre du col, du diamètre de la cavité, de la longueur respective de ces différents éléments.

Chacun de ces panneaux (1) comporte plusieurs de ces résonateurs, répartis
10 sensiblement sur toute la surface, tel qu'on peut bien l'observer par exemple sur les figures 1 et 3.

Avantageusement, le volume (8) défini par la corniche périphérique (2) de chacun des
panneaux reçoit un matériau fibreux absorbant (9), solidarisé auxdits panneaux par
15 collage ou clouage, voire simplement par emboîtement. Ce matériau fibreux absorbant (9) est par exemple réalisé en laine de verre, laine de roche ou un matériau commercialisé sous la marque FIBRACOUSTIC.

L'invention concerne également les écrans anti-bruit mettant en œuvre de tels
20 panneaux. Ces écrans anti-bruit sont constitués d'une structure porteuse (10), réalisée en béton armé, recevant les panneaux (1) sur sa face dirigée vers la source sonore.

Ces panneaux sont fixés à la structure porteuse par tout moyen connu, tel que par
exemple représenté dans la figure 6. En l'espèce, une équerre de fixation (12) est
25 solidarisée au moyen d'une cheville (13) sur la structure porteuse (10). Le voisinage de l'extrémité libre de cette équerre (12) présente un orifice traversant (14), au sein duquel vient s'insérer une tige métallique (15), orientée perpendiculairement par rapport à ladite extrémité libre, et insérée au niveau de ses deux extrémités au niveau de logement (16), prévus à cet effet au niveau de la moulure périphérique (2) de deux
30 panneaux adjacents.

Bien évidemment, d'autres moyens de fixation peuvent également être envisagés.

Dans une forme de réalisation tout particulièrement avantageuse, et représentée en
35 relation avec les figures 4 et 5, on réalise un écran anti-bruit présentant en alternance des panneaux modulaires réalisés en béton de bois d'un type traditionnel, et des panneaux modulaires réalisés conformément à la présente invention, c'est à dire munis

de résonateurs de Helmotz. On a représenté d'ailleurs en relation avec la figure 5, une vue en section de tels écrans.

5 Ce faisant, on aboutit à une absorption des vibrations sonores dans un large spectre de fréquence.

A cet égard, on a représenté sur la figure 7 une variation du coefficient α_L , c'est à dire du coefficient d'atténuation in situ (norme NFS 31.089) en fonction de la fréquence des vibrations, respectivement pour un écran réalisé à partir de panneaux en béton de
10 bois classiques, pour un écran réalisé à partir de panneaux conformes à la présente invention, et pour une structure mixte associant les deux types de panneaux, et telle que décrite en relation avec les figures 4 et 5.

On peut ainsi observer les excellents résultats obtenus par le panneau conforme à
15 l'invention au niveau des basses fréquences, puisque le coefficient d'atténuation α_L atteint des valeurs comprises entre 0,7 et 0,9 pour une gamme de fréquences comprises entre 200 et 400 Hertz, à comparer avec les valeurs de ce coefficient comprises entre 0,1 et 0,3 pour des panneaux traditionnels pour cette même gamme de fréquences.

20 Parallèlement, on peut également observer les excellents résultats obtenus avec une structure mixte, puisque la valeur du coefficient d'atténuation α_L est systématiquement au dessus de 0,7, quelle que soit la fréquence des vibrations sonores..

Ainsi, les écrans anti-bruit réalisés à partir des panneaux conformes à l'invention
25 permettent d'améliorer de manière significative l'absorption des bruits dans toute la gamme de fréquences auxquelles on est confronté dans le domaine routier et ferroviaire, s'avérant de fait tout à fait adaptés à la protection des nuisances sonores inhérentes aux trafics correspondants.

30 En outre, la facilité de fabrication et de pose de tels panneaux présente un intérêt certain en termes de coût de réalisation de tels écrans anti-bruit, notamment pour les collectivités locales et territoriales.

REVENDICATIONS

1. Panneau modulaire absorbant (1) pour la réalisation d'écran anti-bruit réalisé par moulage ou pressage de béton, au sein duquel sont incorporées des particules de bois traitées, *caractérisé* en ce qu'il intègre une pluralité de cavités, ouvertes en direction de la face opposée à la source sonore, et faisant fonction de résonateurs de Helmotz (5, 7).
2. Panneau modulaire absorbant (1) pour la réalisation d'écran anti-bruit selon la revendication 1, *caractérisé* en ce que les résonateurs de Helmotz sont constitués par l'association d'un col (5), non débouchant au niveau de la face (6) dudit panneau dirigée vers la source sonore, se prolongeant au niveau de son autre extrémité par une cavité (7) de diamètre plus important, débouchant, quant à elle, sur la face (3) du panneau opposée à la source sonore.
3. Panneau modulaire absorbant (1) pour la réalisation d'écran anti-bruit selon la revendication 2, *caractérisé* en ce que la cavité (7) constitutive du résonateur de Helmotz en association avec le col (5), s'évase légèrement entre sa jonction avec le col (5) et la face (3) du panneau.
4. Panneau modulaire absorbant (1) pour la réalisation d'écran anti-bruit selon l'une des revendications 1 à 3, *caractérisé* en ce que la surface couverte par lesdites cavités constitutives des résonateurs de Helmotz représente au moins 25 % de la surface effective du panneau.
5. Panneau modulaire absorbant (1) pour la réalisation d'écran anti-bruit selon l'une des revendications 1 à 4, *caractérisé* en ce que la face (3) du panneau opposée à la face (6) destinée à être dirigée vers la source sonore, reçoit une couche d'un matériau fibreux absorbant (9), choisi dans le groupe comprenant la laine de roche, la laine de verre, les mousses ouvertes, et notamment le polyuréthane, et les fibres de bois agglomérées avec du ciment et compactées et séchées.
6. Panneau modulaire absorbant (1) pour la réalisation d'écran anti-bruit selon l'une des revendications 1 à 5, *caractérisé* en ce que le matériau constitutif dudit panneau intègre également un matériau minéral poreux, choisi dans le groupe comprenant les pouzzolanes naturelles, le laitier bouleté, l'argile, la lave expansée, le mâchefer.

7. Ecran anti-bruit comprenant :

- une structure porteuse (10) ;
- et une couche absorbante, solidarisée sur la structure porteuse en regard de la source sonore,

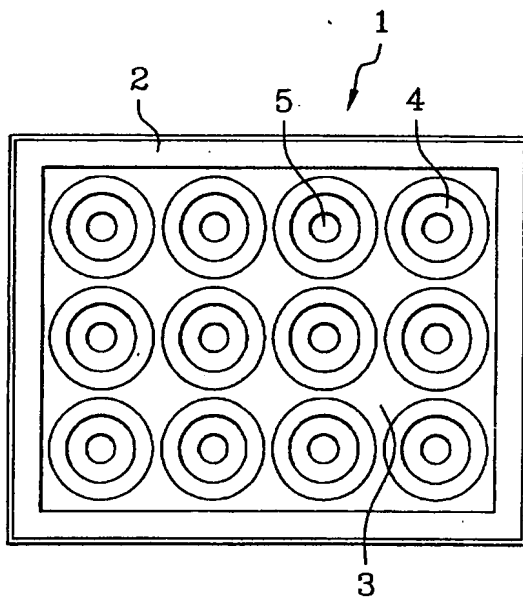
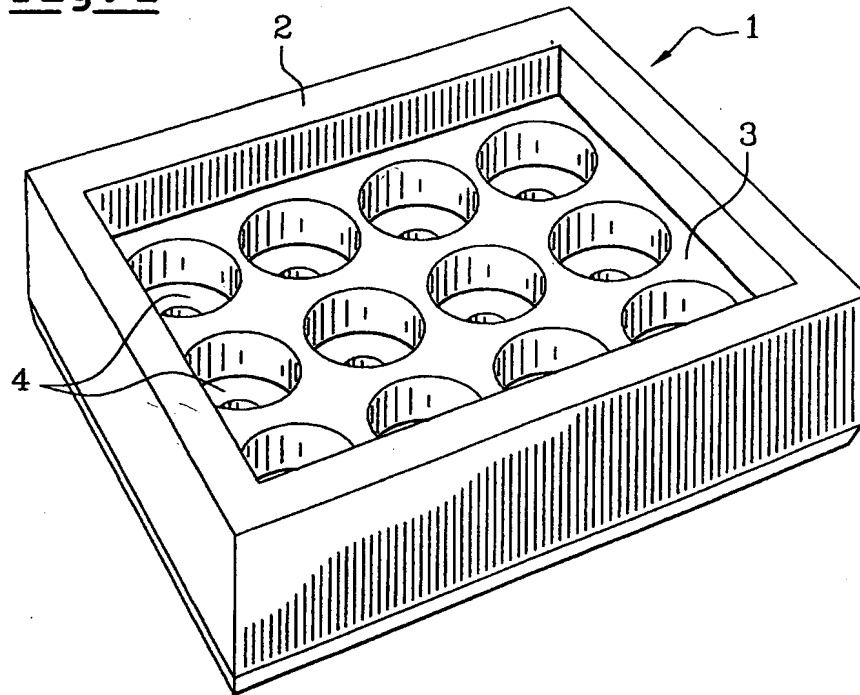
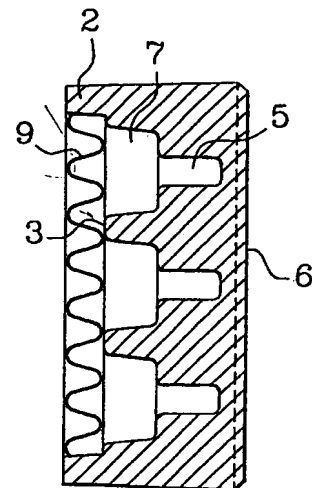
5 *caractérisé* en ce que la couche absorbante est constituée de panneaux absorbants réalisés conformément à l'une des revendications 1 à 6.

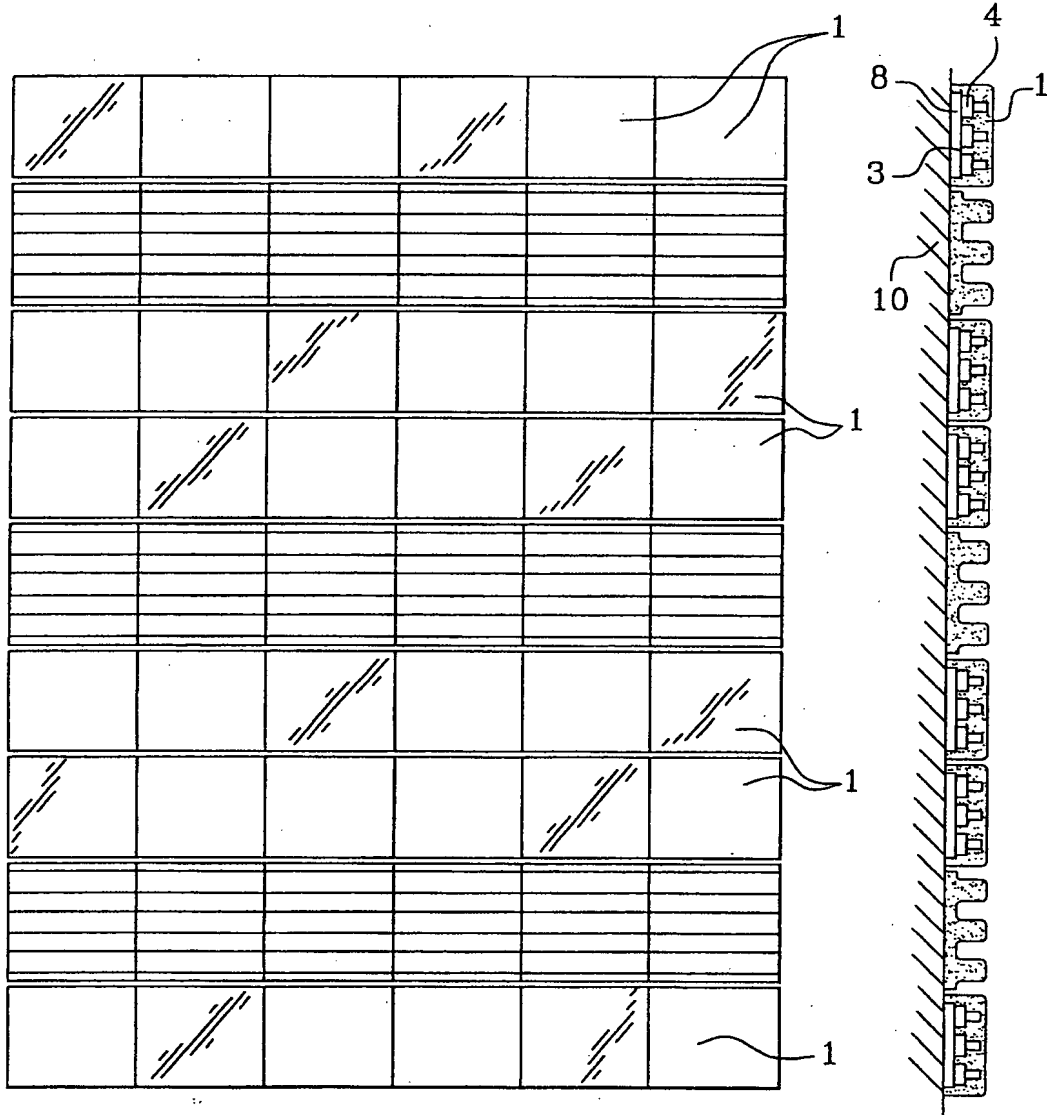
8. Ecran anti-bruit comprenant :

- une structure porteuse (10) ;
- et une couche absorbante, solidarisée sur la structure porteuse en regard de la source sonore,

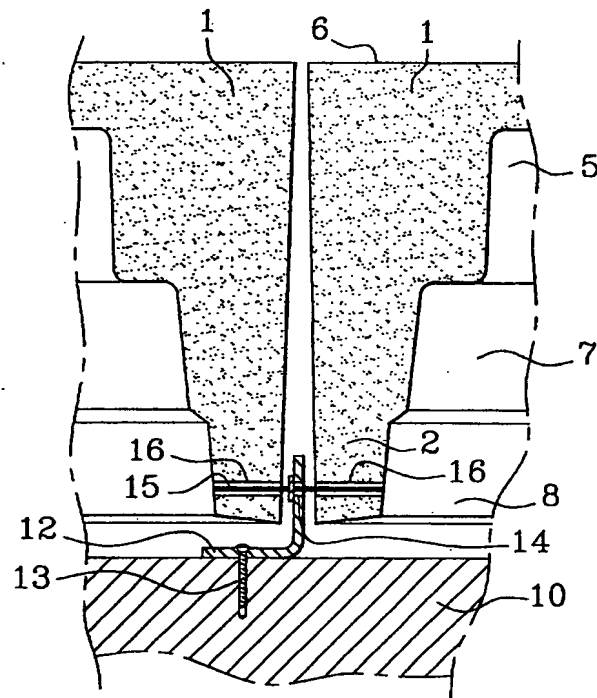
10 *caractérisé* en ce que la couche absorbante est constituée par une alternance de panneaux réalisés conformément à l'une des revendications 1 à 6, et de panneaux absorbants constitués de béton, au sein duquel sont incorporées des particules de
15 bois traitées, mais exempts de tout résonateurs de Helmotz.

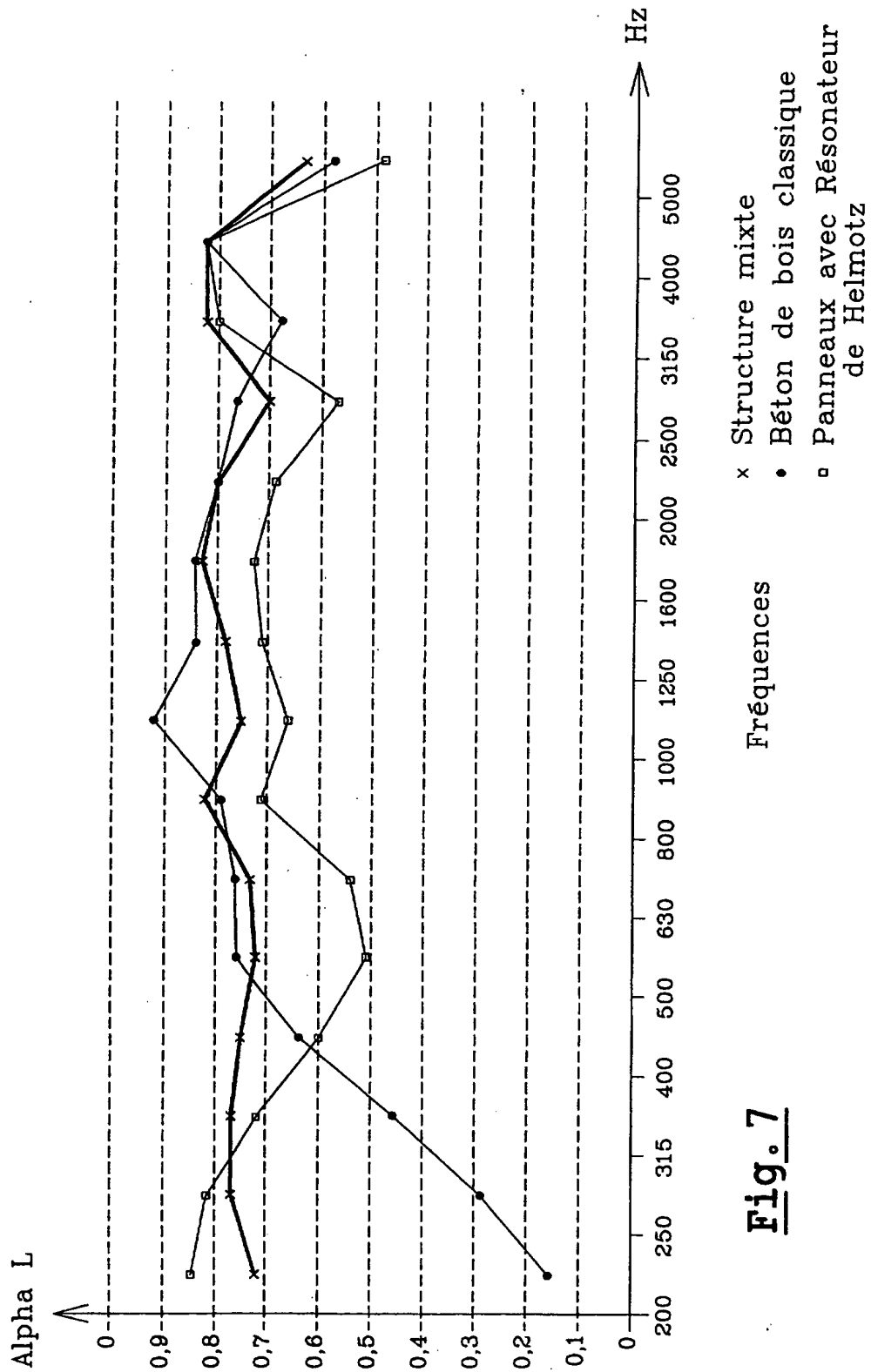
1/4

Fig. 1Fig. 2Fig. 3

Fig. 4Fig. 5

3/4

**Fig. 6**

Fig. 7



2833278

RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

N° d'enregistrement
national

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

FA 613286
FR 0116062

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	FR 2 657 903 A (SOCAREL) 9 août 1991 (1991-08-09) * page 3, ligne 20 - ligne 30 * * page 5, ligne 1 - ligne 13 * * page 5, ligne 27 - page 6, ligne 12 * * figures 1,2,5 *	1-4	E01F8/00
Y	—	5-8	
A	EP 0 640 951 A (FAIST M GMBH & CO KG) 1 mars 1995 (1995-03-01) * colonne 1, ligne 48 - colonne 2, ligne 11 * * figure 3 *	1	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 014, no. 113 (M-0944), 2 mars 1990 (1990-03-02) -& JP 01 315506 A (KEIHAN CONCRETE KOGYO KK; OTHERS: 01), 20 décembre 1989 (1989-12-20) * abrégé * * figure 7 *	1-4	
D, Y	FR 2 765 907 A (SOCAREL) 15 janvier 1999 (1999-01-15) * page 2, ligne 1 - ligne 31 * * figures 1,2 *	5-8	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.C.L.7)
			E01F B60R
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
30 juillet 2002		Geivaerts, D	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS			
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : antérie-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

1

EPO FORM 1503 12.98 (P04C14)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0116062 FA 613286**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 30-07-2002

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)		Date de publication
FR 2657903	A	09-08-1991	FR	2657903 A1	09-08-1991
EP 0640951	A	01-03-1995	DE	9312734 U1	05-01-1995
			AT	179541 T	15-05-1999
			CZ	9401965 A3	15-03-1995
			DE	59408164 D1	02-06-1999
			EP	0640951 A2	01-03-1995
			ES	2131607 T3	01-08-1999
			HU	71432 A2	28-11-1995
			PL	304627 A1	06-03-1995
JP 01315506	A	20-12-1989	JP	2531982 B2	04-09-1996
FR 2765907	A	15-01-1999	FR	2765907 A1	15-01-1999